



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 197 49 296 C 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
B 60 T 7/12
B 60 T 8/60
B 60 T 17/18
B 60 T 13/66

⑳ Aktenzeichen: 197 49 296.7-21
㉔ Anmeldetag: 7. 11. 97
㉕ Offenlegungstag: -
㉖ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 8. 7. 99

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉗ Patentinhaber:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

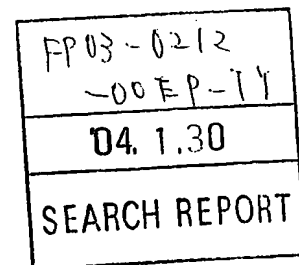
㉘ Erfinder:
Fuchs, Alexander, Dipl.-Ing., 73728 Esslingen, DE;
Kiesewetter, Wolfgang, Dipl.-Phys., 71336
Waiblingen, DE; Knoff, Bernd, Dipl.-Ing., 73734
Esslingen, DE; Lauer, Carsten, Dipl.-Ing., 70180
Stuttgart, DE; Maack, Lorenz, Dipl.-Ing., 70197
Stuttgart, DE; Pfeifle, Eberhard, Dipl.-Ing., 73547
Lorch, DE; Steiner, Manfred, Dipl.-Ing., 71364
Winnenden, DE

㉙ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 44 13 172 C1
DE 40 28 290 C1

㉚ Verfahren zur Bestimmung eines Auslöseschwellenwertes für einen automatischen Bremsvorgang

㉛ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung eines Auslöseschwellenwertes für einen automatischen Bremsvorgang. Bei einem gattungsgemäß zugrundegelegten automatischen Bremsvorgang wird ein Bremsdruck erzeugt, der größer ist als der Bremsdruck, der der Betätigung des Bremspedals durch den Fahrer entspricht. Dennoch stellen geringe Abstände zwischen Fahrzeugen eine große Unfallgefahr dar. Eine bei geringem Abstand zwischen dem Fahrzeug und dem vorausfahrenden Fahrzeug stattfindende Bremsbetätigung durch den Fahrer ist in den weit überwiegenden Fällen schon allein aufgrund des geringen Abstandes eine Notbremsung. Aufgabe der Erfindung ist es daher, die Sicherheit von Fahrzeugen dadurch zu erhöhen, daß bei geringen Abständen schnellstmöglich eine Notbremsung durchgeführt wird, die im Rahmen des physikalisch Möglichen, eine hohe Verzögerung des Fahrzeugs sicherstellt und so Auffahrunfälle vermeiden hilft. Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß bei einem gattungsgemäß zugrundegelegten automatischen Bremsvorgang der Auslöseschwellenwert dann herabgesetzt wird, wenn festgestellt wird, daß der Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug einen Grenzwert unterschreitet.



DE 197 49 296 C 1

DE 197 49 296 C 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung eines Auslöseschwellenwertes für einen automatischen Bremsvorgang. Bei einem gattungsgemäß zugrundegelegten automatischen Bremsvorgang wird ein Bremsdruck erzeugt, der größer ist als der Bremsdruck, der der Betätigung des Bremspedals durch den Fahrer entspricht. Ein gattungsgemäßer automatischer Bremsvorgang ist aus der DE 40 28 290 C1 bekannt. Eine fahrsituationsabhängige Anpassung des Auslöseschwellenwertes ist dabei beispielsweise aus der DE 44 13 172 C1 bekannt.

Des weiteren ist es bekannt, über Sensoren den Abstand des Fahrzeugs von einem voraus fahrenden Fahrzeug zu erfassen und dann, wenn dieser Abstand einen Grenzwert unterschreitet, einen Bremsvorgang durchzuführen, der gewährleistet, daß ein Sicherheitsabstand zwischen dem Fahrzeug und dem voraus fahrenden Fahrzeug eingehalten wird. Ein solcher Bremsvorgang wird mit geringen Verzögerungen, also mit geringen Bremsdrücken, durchgeführt. Dies geschieht einerseits aus Gründen des Komforts, ein starkes Rucken des Fahrzeugs ist unerwünscht, andererseits aus Gründen der Verkehrssicherheit, denn nachfolgende Fahrer sollten nicht von der kurzen abrupten Verzögerung des voraus fahrenden Fahrzeugs überrascht werden, was zu Auffahrunfällen führen könnte.

Dennoch stellen geringe Abstände zwischen Fahrzeugen eine große Unfallgefahr dar. Eine bei geringem Abstand zwischen dem Fahrzeug und dem voraus fahrenden Fahrzeug stattfindende Bremsbetätigung durch den Fahrer ist in den weit überwiegenden Fällen schon allein aufgrund des geringen Abstandes eine Notbremsung.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, die Sicherheit von Fahrzeugen dadurch zu erhöhen, daß bei geringen Abständen schnellstmöglich eine Notbremsung durchgeführt wird, die im Rahmen des physikalisch Möglichen, eine hohe Verzögerung des Fahrzeugs sicherstellt und so Auffahrunfälle vermeiden hilft.

Diese Aufgabe wird bei Zugrundelegen der gattungsgemäßen Merkmale erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Diese Aufgabe wird zum einen dadurch gelöst, daß bei einem gattungsgemäß zugrundegelegten automatischen Bremsvorgang der Auslöseschwellenwert dann herabgesetzt wird, wenn festgestellt wird, daß der Abstand zum voraus fahrenden Fahrzeug einen Grenzwert unterschreitet.

Dadurch wird in vorteilhafter Weise sichergestellt, daß dann, wenn der Fahrer das Bremspedal betätigt, sicher und rasch der Auslöseschwellenwert des automatischen Bremsvorgangs überschritten wird und demzufolge ein größerer als der Stellung des Bremspedals entsprechender Bremsdruck erzeugt wird.

Zum anderen wird die Aufgabe der Erfindung auch dadurch gelöst, daß dann wenn der Abstand zum voraus fahrenden Fahrzeug einen dritten Grenzwert unterschreitet unabhängig von der Betätigung des Bremspedals durch den Fahrer ein automatischer Bremsvorgang durchgeführt wird. In vorteilhafter Weise wird der Bremsvorgang so durchgeführt, daß wenigstens ein Rad des Fahrzeugs die Blockiergrenze erreicht. Dabei wird der automatische Bremsvorgang in vorteilhafter Weise dann beendet wenn entweder der Abstand zum voraus fahrenden Fahrzeug einen vorgegebenen Wert übersteigt, der Stillstand des Fahrzeugs erreicht oder ein Lösen der Bremsen durch den Fahrer festgestellt wird.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung können auch den Unteransprüchen entnommen werden, im übrigen ist die Erfindung auch an Hand der Zeichnung erläutert, dabei zeigt:

Fig. 1 das Flußdiagramm eines ersten erfindungsgemäßen Verfahrens.

Fig. 2 verschiedene Kennlinien zur Bestimmung des Auslöseschwellenwertes in Abhängigkeit des Abstandes zum voraus fahrenden Fahrzeug.

Fig. 3 das Flußdiagramm eines zweiten erfindungsgemäßen Verfahrens.

Fig. 4 eine Kennlinie zur geschwindigkeitsabhängigen Beeinflussung des Auslöseschwellenwertes.

Fig. 5 eine Kennlinie zur pedalwegabhängigen Beeinflussung des Auslöseschwellenwertes

Fig. 6 das Flußdiagramm eines dritten erfindungsgemäßen Verfahrens.

Die Fig. 1 zeigt das Flußdiagramm eines ersten erfindungsgemäßen Verfahrens. Bei diesem Verfahren wird gemäß dem Schritt 101 überprüft, ob der Abstand Dist zum voraus fahrenden Fahrzeug den Grenzwert G1 unterschreitet. Dabei wird der Grenzwert G1 zumindest in Abhängigkeit der Geschwindigkeit des Fahrzeugs bestimmt. Die Bestimmung eines Grenzwertes G1 für den Abstand zum voraus fahrenden Fahrzeug in Abhängigkeit der Fahrzeuggeschwindigkeit und ggf. weiterer Faktoren ist von den eingangs erwähnten Abstandsregelvorrichtungen bekannt. Als Beispiel sei hier angeführt, daß der Grenzwert G1 nach der Gleichung aus

$$G1 = K1 \cdot v \cdot (1 + K2 \frac{(v_{\text{relativ}})^2}{\text{Dist}})$$

dem Abstand Dist und der Geschwindigkeit v des Fahrzeugs der Relativgeschwindigkeit v_{relativ} des Fahrzeugs zum voraus fahrenden Fahrzeug und den vorgegebenen Konstanten K1 und K2 ermittelt wird. Als Grenzwert G1 kann insbesondere der Schwellenwert, dessen Unterschreiten eine Regelung des Fahrzeugabstandes nach sich zieht, dienen. Zusätzlich kann bei der Bestimmung des Grenzwertes G1 der Reibungskoeffizient μ zwischen Rad und Fahrbahn berücksichtigt werden, indem beispielsweise die Konstante K1 in Abhängigkeit des Reibungskoeffizienten μ vorgegeben wird. Der Reibungskoeffizient μ kann insbesondere dadurch bestimmt werden, daß dann, wenn der Abstand Dist im Bereich möglicher Werte des Grenzwertes G1 liegt, eine durch Fahrzeuginsassen nicht spürbare Bremsung durchgeführt wird, wobei sich dann mit aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren aus den Raddrehzahlen der Reibungskoeffizient μ ermitteln läßt. Ist der Grenzwert G1 nicht unterschritten, so wird dieser Schritt erneut durchgeführt. Wird dagegen festgestellt, daß der Grenzwert G1 unterschritten wurde, so wird gemäß dem Schritt 102 der Auslöseschwellenwert AS des automatischen Bremsvorgangs dadurch bestimmt, daß ein anfänglicher Auslöseschwellenwert S0 mit einem Faktor F(Dist) multipliziert wird. Der Faktor F(Dist) wird dabei beispielsweise gemäß einer der in Fig. 2 beschriebenen Kennlinien bestimmt. Der anfängliche Schwellenwert S0 kann dabei ein fest vorgegebener Wert sein oder ein in Abhängigkeit verschiedener Faktoren bestimmter Auslöseschwellenwert, wie es beispielsweise aus dem Eingangs zitierten Stand der Technik hervorgeht.

Anschließend wird gemäß dem Schritt 103 überprüft, ob die Betätigungsgeschwindigkeit v_{bp} des Bremspedals durch den Fahrer den Auslöseschwellenwert AS übersteigt. Ist dies nicht der Fall, so wird gemäß dem Schritt 104 überprüft, ob der Abstand Dist zum voraus fahrenden Fahrzeug um das vorgegebene Maß DG größer ist als der Grenzwert G1. Das vorgegebene Maß DG liegt dabei beispielsweise im Bereich von 10% bis 20% des Grenzwertes G1, ist als eigenständiger, fester Wert oder als geschwindigkeitsabhängiger

Wert vorgegeben. Dadurch daß für ein Zurücksetzen des Auslöseschwellenwertes AS ein größerer Wert für den Abstand Dist zum vorausfahrenden Fahrzeug erforderlich ist, wird eine Hysterese erreicht, die ein rasch aufeinander folgendes Schwanken des Auslöseschwellenwertes AS verhindert.

Wird im Schritt 104 festgestellt, daß der Abstand Dist zum vorausfahrenden Fahrzeug größer ist als die Summe aus dem Grenzwert G1 und dem vorgegebenen Maß DG so wird im Schritt 105 der Auslöseschwellenwert AS auf den anfänglichen Schwellenwert S0 zurückgesetzt. Ist der anfängliche Schwellenwert keine feste Größe sondern eine variable Größe, so ist es sinnvoll eine neue Ermittlung des anfänglichen Schwellenwertes S0 durchzuführen. Anschließend wird zum Schritt 101 zurückgesprungen.

Wurde dagegen im Schritt 103 festgestellt, daß die Betätigungsgeschwindigkeit V_{bp} des Bremspedals den Auslöseschwellenwert AS übersteigt, so wird gemäß dem Schritt 106 ein Bremsdruck erzeugt, der größer ist, als der Bremsdruck, der der Stellung des Bremspedals entspricht. Anschließend wird im Schritt 107 überprüft, ob das Abbruchkriterium für den automatischen Bremsvorgang erfüllt ist. Als Abbruchkriterien für den automatischen Bremsvorgang können dabei die aus dem Stand der Technik bezüglich des eingangs beschriebenen automatischen Bremsvorgangs bekannten Abbruchkriterien dienen. Insbesondere können dies das Erreichen des Fahrzeugstillstandes oder eine dem Lösen der Bremsen entsprechende Betätigung des Bremspedals durch den Fahrer sein. Ist das Abbruchkriterium nicht erfüllt, so wird zum Schritt 106 zurückgesprungen, der Bremsdruck weiter aufgebaut oder unverändert aufrechterhalten. Andernfalls wird gemäß dem Schritt 108 der Bremsdruck abgebaut, das heißt auf den Bremsdruck abgesenkt, der der Stellung des Bremspedals entspricht. Anschließend wird zum Schritt 101 zurückgesprungen.

Die Fig. 2 zeigt verschiedene Beispiele für Kennlinien für den Faktor $F(Dist)$ zur Bestimmung des Auslöseschwellenwertes in Abhängigkeit des Abstandes Dist. Die Auswahl der Kennlinie für den Faktor $F(Dist)$ ist dabei unter anderem von der Wahl des Grenzwertes G1 abhängig. Wird ein relativ großer Grenzwert G1 gewählt, so wird man eher geneigt sein, den Auslöseschwellenwert AS nur geringfügig zu ändern. Wird dagegen ein relativ geringer Grenzwert G1 gewählt, so wird man zumindest zunächst den Auslöseschwellenwert AS stark herabsetzen. Insgesamt ist die Wahl der Kennlinie auch mit dem Verhalten und den Gegebenheiten des Fahrzeugs abzustimmen.

Gemäß der Kennlinie 201, ist der Faktor in einem ersten Bereich annähernd 1, so daß zunächst keine große Änderung des Auslöseschwellenwertes eintritt. Erst mit einer weiteren Verringerung des Abstandes Dist tritt eine Verringerung des Faktors ein, so daß bei sehr geringen Abständen, der Auslöseschwellenwert AS auf annähernd 0 herabgesetzt wird. Die Kennlinie 202 besteht in einem linearen Absinken des Faktors $F(Dist)$ in dem Bereich zwischen dem Grenzwert G1 und einem zweiten Grenzwert G2. Im zweiten Grenzwert G2 erreicht der Faktor $F(Dist)$ den Wert 0, so daß jede Betätigung des Bremspedals zu einer Auslösung des automatischen Bremsvorgangs führt. Dies entspricht der Erkenntnis, daß dann wenn der Abstand zwischen 2 Fahrzeugen geringer ist, als der zweite Schwellenwert G2, jeglicher Bremsvorgang eine Notbremsung darstellt, da allein schon aufgrund des geringen Abstandes in Verbindung mit der von Null verschiedenen Relativgeschwindigkeit zwischen den Fahrzeugen eine erhebliche Unfallgefahr besteht. Auch die Kennlinie 203 entspricht dieser Erkenntnis, wenngleich die progressive Absenkung des Faktors $F(Dist)$ und damit des Auslöseschwellenwertes AS nach dem Unterschreiten des

Grenzwertes G1 wesentlich stärker ist. Die Kennlinie 204 entspricht einem sofortigen Herabsetzen des Faktors $F(Dist)$ auf sehr geringe Werte, wenn der Grenzwert G1 unterschritten wird. Der Wert von $F(Dist)$ ist dabei so gewählt, daß fast jede Betätigung des Bremspedals zum Auslösen des automatischen Bremsvorgangs führt.

Die Fig. 3 zeigt das Flußdiagramm eines weiteren erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Grundlage des Verfahrensablaufs stimmt dabei im wesentlichen mit dem Verfahren nach der Fig. 1 überein.

Im Schritt 301 wird überprüft, ob der Abstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeug den Grenzwert G1 unterschreitet. Ist das nicht der Fall, so wird zum Schritt 301 zurückgesprungen. Andernfalls wird gemäß dem Schritt 302 eine selbsttätige Bremsbetätigung durchgeführt, während der ein Bremsdruck in den Radbremsen erzeugt wird, so daß die Geschwindigkeit des Fahrzeugs an die des vorausfahrenden Fahrzeugs angepaßt wird. Derartige Bremsvorgänge sind aus dem Stand der Technik bekannt. Anschließend wird gemäß dem Schritt 303 der Auslöseschwellenwert AS aufgrund des Produktes des anfänglichen Schwellenwertes S0 mit drei Faktoren bestimmt. Der erste Faktor $F(Dist)$ repräsentiert die Anpassung des Auslöseschwellenwertes AS an den Abstand Dist zum vorausfahrenden Fahrzeug und ist in der Fig. 2 beschrieben. Der fahrzeuggeschwindigkeitsabhängige Faktor $F(v)$ bringt zum Ausdruck, daß bei gleichem Abstand zwischen 2 Fahrzeugen bei unterschiedlichen fahrzeuggeschwindigkeiten die Situation einer Notbremsung dann wahrscheinlicher ist, wenn die fahrzeuggeschwindigkeit größer ist. Ein Beispiel für einen geschwindigkeitsabhängigen Faktor $F(v)$ ist in der Fig. 4 dargestellt. Ein weiterer Faktor ist der Faktor $F(S_{bp})$, der eine Beeinflussung des Auslöseschwellenwertes in Abhängigkeit der Stellung des Pedalwegs des Bremspedals darstellt. Dieser Faktor ist insbesondere dann notwendig, wenn sich die Stellung des Bremspedals vor Beginn der Betätigung durch den Fahrer aufgrund der stattfindenden selbsttätigen Bremsung des Fahrzeugs verändert oder aus diesem Grund die Kraft-Weg-Kennlinie des Bremspedals sich verändert. Dabei ist es schon bekannt, bei automatischen Bremsvorgängen den Auslöseschwellenwert in Abhängigkeit des schon zurückgelegten Pedalwegs zu verändern. Eine veränderte Kennlinie kann aber, dann notwendig sein, wenn ein selbsttätiger Bremsvorgang durchgeführt wird. Eine entsprechende Anpassung der Kennlinie an die besondere Situation ist erforderlichenfalls durchzuführen. Der Verlauf der Kennlinie ist beispielhaft in der Fig. 5 dargestellt, hängt aber von den konstruktiven Charakteristiken des Fahrzeugs ab und ist entsprechend diesen Gegebenheiten anzupassen.

Anschließend wird gemäß dem Schritt 304 überprüft, ob die Betätigungsgeschwindigkeit V_{bp} des Bremspedals den Auslöseschwellenwert AS übersteigt. Ist dies der Fall, so wird zum Schritt 308 gesprungen, andernfalls wird gemäß dem Schritt 305 überprüft, ob der Abstand Dist zum vorausfahrenden Fahrzeug den dritten Grenzwert G3 unterschreitet. Ist dies der Fall, so wird schon aus dem geringen Abstand zwischen den beiden Fahrzeugen darauf geschlossen, daß eine Notfallsituation vorliegt und es wird zum Schritt 308 gesprungen. Dabei kann der Dritte Grenzwert G3 beispielsweise ein Viertel des Grenzwertes G1 betragen, ab dem eine selbsttätige Bremsung des Fahrzeugs durchgeführt wird. Andernfalls wird gemäß dem Schritt 306 überprüft, ob der Abstand Dist zum vorausfahrenden Fahrzeug um ein bestimmtes Maß DG größer ist als der Grenzwert G1. Ist dies nicht der Fall so wird zum Schritt 304 zurückgesprungen, andernfalls wird gemäß Schritt 307 der Schwellenwert auf den anfänglichen Schwellenwert zurückgesetzt und anschließend zum Schritt 301 zurückgesprungen.

Gemäß dem Schritt 308 wird ein Bremsdruck aufgebaut, der größer ist, als der Bremsdruck, der der Stellung des Bremspedals entspricht. Der Bremsdruck kann dabei insbesondere soweit erhöht werden, bis das Antiblockiersystem dem Fahrzeug an wenigstens einem Rad eine Bremsdruckregelung vornimmt. Im Schritt 309 wird dann überprüft, ob ein Abbruchkriterium des automatischen Bremsvorgangs erfüllt ist. Ist dies der Fall, so wird gemäß dem Schritt 310 der Bremsdruck abgebaut, bis er das Niveau erreicht, das der Stellung des Bremspedals entspricht. Andernfalls wird zum Schritt 308 zurückgesprungen und der Bremsdruck wird weiter aufgebaut oder aufrechterhalten. Als Abbruchkriterien kann neben den in Fig. 1 genannten Kriterien auch der Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug dienen. Dies ist besonders dann sinnvoll, wenn das Kriterium im Schritt 305 erfüllt wurde und aus diesem Grund zum Schritt 308 gesprungen wurde. Somit kann beispielsweise das Erfüllen des Kriteriums des Schrittes 306 oder das Nichterfüllen des Kriteriums des Schrittes 301 zum Beenden des automatischen Bremsvorgangs führen.

Die Fig. 4 zeigt ein Beispiel für die Kennlinie für den Faktor $F(v)$ in Abhängigkeit der Fahrzeuggeschwindigkeit. Bei niedrigen Fahrzeuggeschwindigkeiten v ist der Faktor groß, das heißt der Auslöseschwellenwert wird nicht oder nur wenig verringert. In einem zweiten Geschwindigkeitsbereich nimmt der Wert des Faktors $F(v)$ mit steigender Fahrzeuggeschwindigkeit progressiv ab, so daß die Auslösung des automatischen Bremsvorgangs mit steigender Fahrzeuggeschwindigkeit früher erfolgt um dann in einem dritten Bereich einen konstanten, niedrigen Wert aufzuweisen.

Die Fig. 5 zeigt ein Beispiel für die Kennlinie für den Faktor $F(S_{bp})$ in Abhängigkeit des Pedalwegs vor Beginn des automatischen Bremsvorgangs. Bei niedrigen Pedalwegen S_{bp} des Bremspedals ist der Faktor annähernd gleich 1, das heißt der Auslöseschwellenwert wird nicht oder nur wenig verringert. Anschließend nimmt der Wert des Faktors $F(S_{bp})$ mit steigender Fahrzeuggeschwindigkeit ab, so daß der Auslöseschwellenwert des automatischen Bremsvorgangs mit steigendem Pedalweg abnimmt um dann in einem dritten Bereich einen konstanten, niedrigen Wert - beispielsweise 70% des Anfangswertes - aufzuweisen. Die Form der Kennlinie ist durch die vom Fahrer erreichbare Pedalbetätigungsgeschwindigkeit bedingt. Mit größerem Pedalweg ist eine steigende Pedalbetätigungskraft erforderlich um eine konstante Pedalbetätigungsgeschwindigkeit zu erreichen. Deshalb wird ein Fahrer bei schon anfänglich großem Pedalweg nur noch geringere Betätigungsgeschwindigkeiten des Bremspedals erreichen, so daß der Auslöseschwellenwert entsprechend herabgesetzt werden muß. Die Form der Kennlinie ist dabei von den konstruktiven Gegebenheiten im Fahrzeug abhängig und muß entsprechend angepaßt werden.

Die Fig. 6 zeigt das Flußdiagramm eines weiteren erfindungsgemäßen Verfahrens. Gemäß dem Schritt 601 wird überprüft, ob der Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug einen Grenzwert $G3$ unterschreitet. Ist dies nicht der Fall, so wird zum Schritt 601 zurückgesprungen. Ist dies jedoch der Fall so wird gemäß dem Schritt 602 der automatische Bremsvorgang durchgeführt und ein Bremsdruck erzeugt, der größer ist als der Bremsdruck, der der Stellung des Bremspedals entspricht. Dies ist unabhängig von der Betätigung des Bremspedals durch den Fahrer. Der Bremsdruck wird dabei insbesondere so gewählt, daß an wenigstens einem Rad des Fahrzeugs die Blockiergrenze erreicht wird, was durch den Regeleingriff eines Antiblockiersystems festgestellt wird.

Der Bremsvorgang wird dabei solange durchgeführt, bis

gemäß dem Schritt 603 ein Abbruchkriterium erfüllt ist und zum Schritt 601 zurückgesprungen wird. Die möglichen Abbruchkriterien sind dabei bereits in den vorstehenden Verfahren beispielhaft beschrieben, insbesondere auch im Schritt 310 des Verfahrens gemäß der Fig. 3, so daß hier lediglich auf das vorstehende Bezug genommen wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung eines Auslöseschwellenwertes für einen automatischen Bremsvorgang, wobei während des automatischen Bremsvorgangs ein Bremsdruck erzeugt wird, der größer ist, als der Bremsdruck, der der Stellung des Bremspedals entspricht, wobei der automatische Bremsvorgang dann ausgelöst wird, wenn die Betätigungsgeschwindigkeit (V_{bp}) des Bremspedals einen Auslöseschwellenwert (AS) übersteigt, **dadurch gekennzeichnet** daß der Abstand ($Dist$) zum vorausfahrenden Fahrzeug erfaßt wird, und der Auslöseschwellenwert (AS) des automatischen Bremsvorgangs dann verringert wird, wenn der Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug einen Grenzwert ($G1$) unterschreitet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dann, wenn der Abstand ($Dist$) zum vorausfahrenden Fahrzeug den Grenzwert ($G1$) unterschreitet, eine selbsttätige Bremsung durchgeführt wird, wobei es Ziel der selbsttätigen Bremsung ist, den Abstand ($Dist$) und die Geschwindigkeit (v) des Fahrzeugs an das vorausfahrende Fahrzeug anzupassen.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Auslöseschwellenwert (AS) in Abhängigkeit der Stellung des Bremspedals (S_{bp}) zu Beginn der Betätigung des Bremspedals durch den Fahrer vorgegeben ist, wobei die Stellung des Bremspedals zu Beginn der Bremsbetätigung durch den Fahrer von der selbsttätigen Bremsung abhängig ist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Auslöseschwellenwert (AS) für den automatischen Bremsvorgang in Abhängigkeit der Geschwindigkeit (v) des Fahrzeugs bestimmt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Auslöseschwellenwert (AS) soweit herabgesetzt wird, daß jede Betätigung des Bremspedals durch den Fahrer zu einer Auslösung des automatischen Bremsvorgangs führt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß dann, wenn der Grenzwert unterschritten wird, mit weiter geringer werdendem Abstand ($Dist$) zum vorausfahrenden Fahrzeug, der Auslöseschwellenwert (AS) progressiv abgesenkt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Auslöseschwellenwert (AS) zwischen dem Grenzwert ($G1$) und einem zweiten Grenzwert ($G2$) so abgesenkt wird, daß beim zweiten Grenzwert jede Bremsbetätigung durch den Fahrer zum Auslösen des automatischen Bremsvorgangs führt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Auslöseschwellenwert (AS) erst dann wieder auf den Wert ($S0$) zurückgesetzt wird, den er ohne Unterschreiten des Grenzwertes ($G1$) hat, wenn der Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug um ein vorgegebenes Maß (DG) größer ist als der Grenzwert ($G1$).
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein dritter Grenzwert ($G3$)

vorgegeben ist, und daß dann, wenn der Abstand (Dist) zum vorausfahrenden Fahrzeug den dritten Grenzwert (G3) unterschreitet, unabhängig von der Betätigung des Bremspedals durch den Fahrer ein automatischer Bremsvorgang durchgeführt wird.

5

10. Verfahren zur Durchführung eines automatischen Bremsvorganges, wobei während des automatischen Bremsvorganges ein Bremsdruck erzeugt wird, der größer ist, als der Bremsdruck, der der Stellung des Bremspedals entspricht, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (Dist) zum vorausfahrenden Fahrzeug erfaßt und der automatische Bremsvorgang dann ausgelöst wird, wenn der Abstand (Dist) zum vorausfahrenden Fahrzeug einen dritten Grenzwert (G3) unterschreitet.

15

11. Verfahren nach Anspruch 1 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß während des automatischen Bremsvorgang schnellstmöglich an wenigstens einem Teil der Räder des Fahrzeugs die Regelgrenze des Antiblockiersystems erreicht wird.

20

12. Verfahren nach Anspruch 1 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß der automatische Bremsvorgang dann beendet wird, wenn der Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug einen vorgegebenen Wert überschreitet.

25

13. Verfahren nach Anspruch 1, 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß der automatische Bremsvorgang dann beendet wird, wenn ein Lösen des Bremspedals durch den Fahrer festgestellt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 1, 10, 11 oder 13 dadurch gekennzeichnet, daß der automatische Bremsvorgang dann beendet wird, wenn der Stillstand des Fahrzeugs erreicht wird.

30

15. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Grenzwert (G1) in Abhängigkeit des aus während einer Bremsbetätigung ermittelten Reibungskoeffizienten (μ) zwischen Rad und Straße vorgegeben ist.

35

16. Verfahren nach Anspruch 14 dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung des Reibungskoeffizienten (μ) im Fahrbetrieb nicht spürbare Bremsbetätigung selbsttätig durchgeführt werden, wenn der Abstand (Dist) im Bereich möglicher Werte des Grenzwertes (G1) ist.

40

45

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

50

55

60

65

